

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 863 696

⑫ N° d'enregistrement national : 03 14640

⑬ Int Cl⁷ : F 28 C 3/04, B 01 F 5/10, 15/02, G 21 C 15/00

⑭

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 12.12.03.

⑯ Priorité :

⑰ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 17.06.05 Bulletin 05/24.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑲ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑴ Demandeur(s) : FRAMATOME ANP Société par
actions simplifiée — FR.

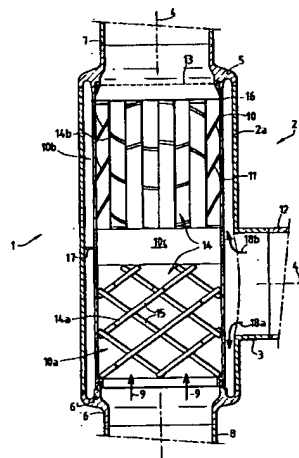
⑵ Inventeur(s) : DAGARD PHILIPPE.

⑶ Titulaire(s) :

⑷ Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

⑸ DISPOSITIF DE MELANGE DE DEUX FLUIDES A DES TEMPERATURES DIFFERENTES ET UTILISATION
DANS UN CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT D'UN REACTEUR NUCLEAIRE.

⑹ Le dispositif comporte une enveloppe tubulaire (2)
dans le prolongement axial d'une première conduite (8)
d'arrivée d'un premier fluide et une paroi de protection (10)
de forme tubulaire fixée dans une disposition sensiblement
coaxiale à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire (2) s'étendant
au moins dans une zone de raccordement d'une seconde
conduite (12) d'arrivée transversale de second fluide. La pa-
roi de protection (10) est traversée par des ouvertures (11)
de passage de second fluide avec une faible perte de char-
ge dans deux zones perforées (10a, 10b) s'étendant axiale-
ment de part et d'autre d'une zone centrale pleine (10c) en
vis-à-vis de la zone de raccordement de la seconde condui-
te (12). Au moins deux tronçons (14a, 14b) d'un mélangeur
interne (14) constitués chacun par une pluralité de plaquet-
tes (15) entrecroisées faisant un angle aigu avec l'axe (4)
de la paroi de protection (10) et de l'enveloppe tubulaire (2)
sont placés à l'intérieur de la paroi de protection (10) de part
et d'autre de la zone centrale pleine (10c).



FR 2 863 696 - A1



L'invention concerne un dispositif de mélange d'un premier et d'un second fluides à des températures différentes et l'utilisation du dispositif de mélange dans un circuit de refroidissement d'un réacteur nucléaire et en particulier dans un circuit de refroidissement à l'arrêt (RRA) d'un réacteur nucléaire refroidi par de l'eau sous pression.

Les réacteurs nucléaires refroidis par de l'eau sous pression comportent un circuit de refroidissement, appelé circuit RRA, qui est utilisé pour réaliser le refroidissement et la dépressurisation de l'eau de refroidissement du circuit primaire du réacteur, à la suite d'un arrêt programmé du réacteur nucléaire, par exemple pour rechargement en assemblages de combustible ou encore d'un arrêt nécessité par un incident de fonctionnement.

Dans un premier temps, l'eau du circuit primaire est refroidie depuis la température de service dans le réacteur en fonctionnement (de l'ordre de 315°C) et dépressurisée, par passage dans les générateurs de vapeur dont on réalise l'échappement de la vapeur. L'eau du circuit primaire est généralement refroidie jusqu'à une température de l'ordre de 180°C et dépressurisée jusqu'à une pression comprise entre 35 et 45 bars.

Le refroidissement de l'eau du circuit primaire jusqu'aux conditions de refroidissement à l'arrêt est réalisé dans le circuit RRA qui comporte en particulier des pompes et des échangeurs de chaleur alimentés en eau de refroidissement sur un côté primaire et du côté secondaire par de l'eau de réfrigération.

L'eau du circuit primaire est prélevée, généralement dans deux branches chaudes de deux boucles du circuit primaire, pour être refroidie et dépressurisée dans le circuit RRA, avant d'être réintroduite dans deux branches froides de boucles du circuit primaire.

Dans certaines parties du circuit RRA et en particulier en aval des échangeurs de chaleur, on réalise le mélange d'eau primaire qui n'a pas encore été refroidie, avec de l'eau refroidie dans les échangeurs de chaleur. Une partie de l'eau primaire refroidie dans les échangeurs de chaleur est également réintroduite dans l'eau primaire à haute température provenant des branches chaudes de boucles du circuit primaire, en amont des échangeurs de chaleur du circuit RRA.

Le mélange d'eau primaire à haute température et d'eau refroidie est réalisé à l'intérieur de raccords en T qui sont, d'une part, intercalés sur la conduite d'eau primaire à haute température et, d'autre part, reliés par une branche latérale, à la conduite d'eau refroidie. L'eau refroidie introduite dans le courant d'eau primaire à haute température produit des variations de température le long de la paroi interne de la conduite dans laquelle circule l'eau primaire. Ces variations de température induisent des contraintes qui peuvent entraîner des détériorations de la paroi interne de la conduite par faïençage thermique. L'effet des contraintes induites dans la paroi interne de la tuyauterie est d'autant plus marqué que le T de raccordement doit être relié à la conduite par des soudures qui rendent la paroi interne plus sensible aux détériorations par effet thermique ou par la corrosion.

On a proposé diverses mesures pour limiter ces détériorations sous l'effet des contraintes et par exemple l'arasage des soudures en aval du T de raccordement et un polissage des zones critiques pour éviter le développement de fissures. En outre, un contrôle périodique doit être prévu pour permettre de vérifier l'efficacité des mesures prises.

On a également utilisé des dispositifs de protection interne de la paroi au niveau du T de raccordement comportant une paroi de protection tubulaire fixée dans une disposition coaxiale à l'intérieur de la branche principale du T, cette paroi de protection jouant le rôle d'une manchette thermique, selon une technique bien connue utilisée dans le domaine de l'industrie nucléaire. Pour pouvoir réaliser le mélange d'eau primaire à haute température et d'eau refroidie au niveau du T, la paroi de protection tubulaire doit être percée de trous, au moins dans toute la zone de la paroi de protection située dans la zone où la branche latérale débouche dans la branche principale du T. Les trous traversants doivent être judicieusement dimensionnés pour permettre la création d'un grand nombre de jets d'eau froide dans la veine d'eau primaire chaude en circulation dans la branche principale, ce qui facilite le mélange de l'eau de refroidissement à haute température et à plus basse température, à l'intérieur de la paroi de protection tubulaire.

Dans le cas d'eau primaire dont la température maximale est de 180°C et la pression maximale de l'ordre de 35 ou 45 bars, on réalise les

tuyauteries du circuit RRA et le T de raccordement en acier inoxydable. Dans ce cas, même en utilisant une paroi de protection à l'intérieur du T de raccordement, l'écart maximal admissible de la température des deux fluides dont on réalise le mélange doit être inférieur à 80°C. En outre, l'utilisation
5 d'une paroi de protection tubulaire percée présente deux inconvénients majeurs qui rendent cette solution inutilisable sur les T de raccordement et de mélange d'eau primaire chaude et d'eau refroidie dans le circuit RRA.

Tout d'abord, les débits d'eau à haute température et d'eau refroidie peuvent varier dans une très large plage pendant le fonctionnement du circuit RRA. Le débit total d'eau à haute température et d'eau refroidie doit être
10 maintenu à une valeur sensiblement constante de 1820 m³/h et le débit froid peut varier dans une très large plage de l'ordre de 30 à 1700 m³/h. La pression de fonctionnement au niveau du T peut être, suivant les phases de fonctionnement, de l'ordre de 35 bars ou de 5 bars. Dans ces conditions de
15 fonctionnement essentiellement variables, le T de raccordement comportant une paroi tubulaire de protection et de mélange est totalement inefficace dans certaines phases du fonctionnement.

De plus, les pertes de charge dues au passage de l'eau refroidie à travers les trous de la paroi de protection tubulaire sont très élevées, lorsque
20 le débit d'eau refroidie est maximal. Ces pertes de charge réduisent, de manière très sensible, les performances du circuit RRA. Un tel fonctionnement avec des performances réduites est inacceptable, dans la mesure où le débit d'eau refroidie introduite dans la branche principale du T de raccordement conditionne le temps de mise en arrêt à froid du réacteur nucléaire.

Il est donc souhaitable de pouvoir disposer d'un moyen permettant de
25 réaliser le mélange d'eau primaire à haute température et d'eau primaire refroidie, de manière efficace, dans toutes les conditions de fonctionnement du circuit RRA, avec des pertes de charge réduites, même dans le cas d'un fort débit d'eau refroidie et tout en assurant une protection de la paroi interne
30 des conduites au niveau de la zone de mélange.

De manière plus générale, dans toute forme d'industrie, il peut être intéressant de disposer d'un mélangeur thermique à faibles pertes de charge

et pouvant effectuer le mélange de fluides à des températures différentes ayant des débits relatifs variables.

Le but de l'invention est donc de proposer un dispositif de mélange d'un premier et d'un second fluides à des températures différentes comportant une enveloppe tubulaire intercalée entre deux tronçons d'une première conduite de circulation de premier fluide, dans une disposition sensiblement coaxiale, et raccordée à une seconde conduite d'arrivée de second fluide ayant une direction transversale par rapport à la première conduite et une paroi de protection percée de forme tubulaire fixée dans une disposition sensiblement coaxiale à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire au moins dans une zone de raccordement de la seconde conduite d'arrivée de second fluide, ce dispositif permettant de réaliser le mélange de manière efficace, avec des pertes de charge réduites, dans des conditions de fonctionnement variables en ce qui concerne la température et le débit du premier et du second fluides, et avec une bonne protection thermique de la paroi interne de l'enveloppe tubulaire du dispositif de mélange.

Dans ce but, la paroi de protection est traversée par des ouvertures de passage de second fluide avec une faible perte de charge dans une première zone perforée et dans une seconde zone perforée s'étendant axialement de part et d'autre d'une zone pleine centrale de la paroi de protection disposée en vis-à-vis de la zone de raccordement de la seconde conduite, et au moins un premier et un second tronçons de mélangeur interne constitués chacun par une pluralité de plaquettes entrecroisées faisant un angle aigu avec l'axe de la paroi de protection et de l'enveloppe tubulaire sont placés à l'intérieur de la paroi de protection de part et d'autre de la zone pleine centrale dans la direction axiale, en vis-à-vis respectivement de la première et de la seconde zones perforées de la paroi de protection.

Le dispositif de mélange suivant l'invention peut présenter, de manière isolée ou en combinaison, les caractéristiques suivantes :

- il comporte une plaque de fermeture, en forme de secteur annulaire ayant deux extrémités circonférentielles délimitant entre elles une ouverture, engagée avec un jeu radial autour de la surface externe de la paroi de protection et fixée par l'intermédiaire d'un bord périphérique externe sur la sur-

face interne de l'enveloppe tubulaire en vis-à-vis de la zone pleine centrale de la paroi de protection, dans une disposition transversale à l'intérieur d'un espace annulaire entre l'enveloppe tubulaire et la paroi de protection, l'ouverture de la plaque de fermeture s'étendant dans la direction circonférentielle suivant la zone de raccordement de la seconde conduite ;

5 - l'enveloppe tubulaire comporte une partie principale ayant la forme d'un T comportant une tubulure de raccordement à la seconde conduite d'arrivée de second fluide, un premier flasque de raccordement à un premier tronçon de la première conduite de circulation de premier fluide et un second
10 flasque de raccordement à un second tronçon de la première conduite pour l'évacuation d'un mélange du premier et du second fluides ;

- la paroi de protection est soudée, à une première extrémité, à l'un des flasques de l'enveloppe tubulaire et engagée, à une seconde extrémité, de manière librement glissante dans la direction axiale, sur un support solidaire du second flasque de l'enveloppe tubulaire.

15 Le dispositif suivant l'invention peut être utilisé en particulier pour réaliser le mélange d'eau de refroidissement primaire d'un réacteur nucléaire à eau sous pression avec de l'eau refroidie, dans un circuit de refroidissement à l'arrêt du réacteur nucléaire.

20 Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple, en se référant aux figures, un mode de réalisation d'un dispositif de mélange ou mélangeur thermique suivant l'invention qui peut être utilisé dans le circuit RRA d'un réacteur nucléaire à eau sous pression.

25 La figure 1 est une vue en coupe axiale du dispositif de mélange thermique sans mélangeur interne.

La figure 2 est une vue en coupe axiale du dispositif de mélange avec le mélangeur thermique interne.

La figure 3 est une vue en coupe transversale suivant 3-3 de la figure 1.

30 Sur les figures 1 et 2, on voit le dispositif de mélange thermique désigné de manière générale par le repère 1 qui comporte une enveloppe tubulaire externe 2 ayant une forme générale cylindrique d'axe longitudinal 4 et une partie principale 2a constituant un T de raccordement comportant une

tuyauterie latérale 3 dont l'axe 4' est sensiblement perpendiculaire à l'axe général longitudinal 4 de l'enveloppe tubulaire 2. L'enveloppe tubulaire 2 et la tubulure de raccordement latérale 3 sont réalisées en une seule pièce. L'enveloppe tubulaire 2 peut présenter une section transversale circulaire ou
5 de toute autre forme adaptée à la forme des moyens utilisés pour le mélange de fluides à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire.

L'enveloppe tubulaire comporte, en plus de sa partie principale en T 2a, un premier flasque 5 et un second flasque 6 de raccordement du dispositif de mélange 1, respectivement à un premier tronçon 7 et à un second
10 tronçon 8 d'une conduite du circuit RRA, dans laquelle circule de l'eau du circuit primaire à haute température. On a représenté la circulation d'eau primaire par les flèches 9 sur les figures. Le sens de circulation de l'eau primaire permettra de définir, par la suite, des positions relatives d'éléments du
15 la partie en T 2a et les flasques 5 et 6 est intercalée entre les tronçons de conduite 7 et 8, dans leur prolongement axial, de manière que l'eau de refroidissement primaire du réacteur nucléaire puisse circuler dans la direction axiale à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire 2.

Comme il est visible en particulier sur la figure 1, à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire 2 comportant le T de raccordement 2a et les flasques 5 et 6, est fixée, dans une disposition coaxiale, une paroi de protection 10 de
20 forme générale tubulaire ayant une section transversale analogue à la section de l'enveloppe tubulaire externe du dispositif de mélange. Le T de raccordement 2a, les flasques 5 et 6 et la paroi de protection 10 sont assemblés dans une disposition coaxiale, de la manière qui sera décrite plus loin,
25 de manière à constituer un ensemble ayant pour axe longitudinal l'axe 4 du mélangeur 1. La paroi de protection 10 de forme tubulaire comporte une paroi latérale traversée par des ouvertures 11 dans deux zones perforées 10a et 10b s'étendant suivant la direction axiale de part et d'autre d'une zone
30 centrale 10c située en vis-à-vis de la tubulure de raccordement 3 et ne comportant pas d'ouvertures. Les dimensions des ouvertures et leur densité sont telles que la paroi 10 ait une forte transparence dans les zones perforées, et en particulier dans la zone amont (située le plus bas sur la figure 1), le rap-

port entre la surface des ouvertures et la surface résiduelle de la paroi étant d'au moins 40 %..

La paroi de protection 10 ou double enveloppe est fixée par soudure, à l'une de ses extrémités, à l'un des flasques 5, 6 et engagée, par sa seconde extrémité constituant une gorge d'engagement, librement sur une partie de support et de maintien annulaire 6' fixée sur le second flasque 6. Les flasques 5 et 6 présentent une extrémité de raccordement à l'enveloppe tubulaire 2 et une extrémité de raccordement au tronçon de canalisation correspondant 7, 8 de la canalisation du circuit RRA. L'extrémité de raccordement à l'enveloppe tubulaire 2 présente un diamètre sensiblement supérieur au diamètre de la canalisation du circuit RRA, au niveau des tronçons de raccordement 7 et 8.

La paroi de protection 10 présente un diamètre intérieur supérieur au diamètre intérieur de la canalisation du circuit RRA, de manière à éviter toute perte de charge due à un rétrécissement de la section de passage de l'eau de refroidissement du réacteur.

La tubulure de raccordement latéral 3 de la partie en T 2a de l'enveloppe tubulaire 2 est raccordée, sur le circuit RRA, à une conduite 12 d'arrivée d'eau refroidie dans la direction indiquée par la flèche 9' parallèle à l'axe transversal 4' de la tubulure de raccordement 3.

Une grille de filtration 13 est fixée à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire 2, suivant toute la section de la double enveloppe 10, à une extrémité de sortie du dispositif de mélange (dans le sens de la circulation de l'eau de refroidissement figuré par les flèches 9). La grille de filtration 13 permet d'arrêter les corps migrants éventuels provenant du mélangeur qui pourraient être entraînés par l'eau de refroidissement mélangée avec l'eau de réfrigération au niveau du dispositif de mélange 3. On évite ainsi d'entraîner dans le circuit primaire des corps migrants susceptibles de se coincer entre les crayons des assemblages de combustible du réacteur nucléaire.

Comme il est visible sur la figure 2, à l'intérieur de la paroi de protection 10, sont disposés, de part et d'autre de la zone centrale pleine 10c, un premier tronçon (amont) 14a et un second tronçon (aval) 14b de mélangeur interne 14 s'étendant à l'intérieur de la paroi tubulaire 10, dans la direction

de l'axe 4, respectivement suivant la première et suivant la seconde zones perforées 14a, 14b. La longueur axiale de la zone pleine centrale 10c de la paroi de protection 10 et la distance axiale entre les extrémités aval du premier tronçon de mélangeur 14a et amont du second tronçon de mélangeur interne 14b sont faibles par rapport à la longueur totale du dispositif de mélange. Chacun des tronçons 14a et 14b du mélangeur interne 14 est constitué par des plaquettes métalliques 15 entrecroisées et assemblées entre elles. Les plaquettes 15 de chacun des tronçons du mélangeur interne 14 comportent un premier ensemble de plaquettes qui peuvent être parallèles entre elles et un second ensemble de plaquettes faisant un certain angle avec les premières plaquettes.

Du tronçon amont 14a du mélangeur interne au tronçon aval 14b, les plaquettes sont tournées de 90° autour de leur axe longitudinal. De manière générale, les plaquettes sont inclinées d'un angle aigu par rapport à l'axe longitudinal 4 du mélangeur et par exemple font toutes un angle de 45° avec l'axe longitudinal 4.

Comme il est visible sur la figure 3 et sur la figure 2, une plaque de fermeture 17 en forme de secteur annulaire plat est placée dans une disposition transversale perpendiculaire à l'axe 4 dans l'espace annulaire ménagé entre l'enveloppe tubulaire 2 et la paroi de protection 10. La paroi 17 délimite, entre ses deux extrémités circonférentielles, une ouverture s'étendant circonférentiellement suivant une zone de l'espace annulaire dans laquelle débouche la tubulure de raccordement 3. La paroi 17 est fixée par soudure suivant son bord périphérique externe sur la surface interne de l'enveloppe tubulaire 2 et présente un bord périphérique interne ménageant, avec la paroi de protection 10, un faible jeu radial (moins d'un mm par exemple). La plaque de fermeture 17 est fixée sur la surface interne de l'enveloppe tubulaire 2, en vis-à-vis de la zone centrale pleine 10c de la paroi de protection 10, dans une partie de l'espace annulaire dans laquelle débouche la tubulure de raccordement 3. Le diamètre intérieur de la paroi 17 en forme de secteur annulaire est très légèrement supérieur au diamètre extérieur de la paroi de protection 10, de manière à préserver le jeu radial nécessaire pour assurer le montage du dispositif.

Lorsque de l'eau refroidie est introduite latéralement par la tubulure de raccordement 3 reliée à la conduite 12 du circuit RRA, à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire 2 du mélangeur, au moins une partie du courant d'eau refroidie rencontre la zone pleine centrale 10c de la paroi de protection 10 et, de ce fait, le courant d'eau refroidie prend une direction sensiblement axiale vers l'amont et vers l'aval pour constituer, respectivement, un premier courant 18a pouvant s'écouler dans toute la section de l'espace annulaire entre l'enveloppe tubulaire 2 et la paroi de protection 10 (dirigé latéralement et vers le bas sur la figure 2) et un second courant 18b pouvant s'écouler uniquement à travers l'ouverture de la plaque de fermeture 17 (dirigé vers le haut sur la figure 2). Le premier courant 18a dont la section de circulation n'est pas réduite a un débit beaucoup plus grand que le second courant. Cet effet est encore accru par l'effet de la gravité dans le cas d'un dispositif dont l'enveloppe 2 est placée verticalement et reliée aux conduites amont 8 et aval 7, comme représenté sur les figures 1 et 2.

Le courant principal 18a traverse la paroi de protection 10 dans la première zone perforée 10a comportant un premier ensemble d'ouvertures 11 et renfermant le premier tronçon de mélange 14a.

Le courant secondaire 18b traverse la paroi de protection dans la seconde zone perforée 10b comportant un second ensemble d'ouvertures 11 et renfermant le second tronçon de mélange 14b.

L'eau de refroidissement à haute température du réacteur nucléaire circulant dans la direction des flèches 9 à l'intérieur de la paroi de protection 10 dans le prolongement axial des tronçons de conduite RRA 7 et 8 est déviée par les plaquettes 15 jouant le rôle de chicanes sur la circulation de l'eau de refroidissement à haute température. La paroi interne de l'enveloppe tubulaire 2 du mélangeur n'est pas en contact direct avec la circulation d'eau de refroidissement à haute température qui est canalisée à l'intérieur de la paroi de protection 10.

L'eau refroidie traversant la paroi de protection 10 dans la première zone perforée 10a se mélange à l'eau de refroidissement primaire du réacteur à haute température dans le tronçon de mélange 14a qui favorise une bonne qualité de mélange. L'eau de refroidissement mélangée à l'eau refroi-

die du courant 18a pénètre dans le second tronçon 14b du mélangeur et se mélange avec l'eau refroidie du courant 18b traversant la paroi de protection dans la seconde zone perforée 10b. Les tronçons de mélange 14a et 14b, du fait de l'effet de chicanes des plaquettes 15, produisent un très bon mélange de l'eau de refroidissement du réacteur à haute température et de l'eau refroidie. Du fait que la distance axiale entre la sortie (extrémité aval) du premier tronçon de mélangeur 14a et l'entrée (extrémité amont) du second tronçon de mélangeur est réduite, le courant provenant du premier tronçon de mélangeur 14a et entrant dans le second tronçon de mélangeur 14b est fortement agité, ce qui favorise l'effet de mélange dans le second tronçon de mélangeur 14b.

L'eau refroidie subit une très faible perte de charge à la traversée de la paroi de protection 10 qui présente une forte transparence et des ouvertures de grandes dimensions dans les zones perforées 10a et 10b et le mélange entre l'eau refroidie et l'eau primaire du réacteur nucléaire à haute température est rendu très efficace par les tronçons 14a et 14b du mélangeur interne 14 à plaquettes entrecroisées 15. Les ouvertures 11 de la paroi de protection 10 ont une taille et une répartition telles qu'elles n'assurent aucun effet de mélange entre les fluides et uniquement un passage d'eau refroidie, pratiquement sans perte de charge pour toute valeur du débit d'eau refroidie, la paroi de protection 10 procurant uniquement un effet de protection thermique de la paroi interne de l'enveloppe tubulaire 2 du mélangeur.

La plaque de fermeture 17 de l'espace annulaire entre l'enveloppe tubulaire 2 et la paroi de protection 10 assure, en plus de son effet de limitation du courant d'eau refroidie 18b, un effet de limitation ou de suppression de recirculations d'eau à haute température pouvant traverser la paroi de protection par les ouvertures 11 des zones perforées 10a et 10b. En particulier, l'eau à haute température parvenant dans la partie d'entrée (amont) de la paroi de protection 10 peut traverser la paroi de protection 10 par les ouvertures 11 de la zone perforée 10a pour circuler vers l'aval dans l'espace annulaire. Cette eau circulant vers l'aval est arrêtée par la plaque de fermeture 17. L'eau pénétrant dans la partie aval de la paroi de protection 10 renfermant le second tronçon de mélange 14b, après mélange dans le premier

tronçon de mélange 14a, peut traverser la paroi de protection par les ouvertures 11 de la zone perforée 14b. Cette eau ne peut circuler dans l'espace annulaire, ni vers l'amont du fait de la présence de la plaque de fermeture 17 ni vers l'aval du fait que l'espace annulaire est fermé.

5 Les recirculations d'eau traversant la paroi de protection 10 sont donc impossibles ou très limitées du fait de la présence de la plaque de fermeture 17 ; dans la zone de l'ouverture de la plaque de fermeture 17 le courant d'eau refroidie s'oppose aux courants de recirculation.

10 Le montage du dispositif de mélange 1 représenté sur la figure 2 peut être réalisé par les opérations suivantes :

Tout d'abord, on réalise le soudage de la grille de filtration 13 à l'intérieur du flasque 5 sur une partie de raccordement interne coaxial de l'enveloppe 10 et le soudage de la plaque de fermeture 17 par son bord périphérique externe sur la surface interne de l'enveloppe tubulaire 2 dans sa partie principale en T 2a. On approvisionne un ensemble constitué par l'enveloppe de protection 10 dans laquelle sont montés et fixés les tronçons du mélangeur interne 14 et on fixe par une soudure 16 l'ensemble comportant la paroi de protection 10 et le mélangeur interne 14 sur le flasque supérieur 5, dans une disposition coaxiale. On réalise l'engagement de la partie principale 2a en forme de T de l'enveloppe tubulaire 2 dans laquelle est fixée la plaque de fermeture 17 sur l'ensemble comportant l'enveloppe de protection 10 grâce au jeu radial entre le bord interne de la plaque de fermeture 17 et la surface externe de la paroi 10.

25 On réalise alors le soudage d'une première extrémité axiale de la partie principale 2a de l'enveloppe tubulaire 2 sur une partie d'extrémité du flasque 5 suivant sa périphérie externe.

Enfin, on engage la partie inférieure de l'enveloppe de protection 10 sur la pièce de support 6' du flasque 6 et on soude le flasque 6 sur la seconde extrémité axiale de la partie principale 2a en forme de T du dispositif de mélange. La partie inférieure de la paroi de protection 10 présente une section en U permettant son engagement de manière librement glissante sur la pièce de support 6' ; le montage glissant favorise un déplacement axial relatif de la paroi de protection 10 par rapport à l'enveloppe tubulaire sous

l'effet de dilatations différentielles. Le dispositif de mélange 1 assemblé peut alors être raccordé par soudage aux tronçons 7, 8 et 12 du circuit RRA pour être mis en fonctionnement.

5 L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation qui ont été décrits.

C'est ainsi que l'enveloppe tubulaire 2 du mélangeur et la paroi de protection 10 peuvent présenter toute forme en section transversale autre qu'une forme circulaire, cette section pouvant être, par exemple, ovale, oblongue ou carrée.

10 Les ouvertures 11 traversant la paroi de protection 10 dans les zones perforées 10a et 10b peuvent avoir toute forme, taille et répartition, à partir du moment où elles assurent le passage de l'eau refroidie sans perte de charge notable.

15 Chacun des tronçons du mélangeur interne 14 peut être constitué de plusieurs parties ou cartouches successives dans la direction longitudinale ou adjacentes dans des sections transversales de la paroi de protection 10 du dispositif de mélange.

L'invention s'applique de manière générale au mélange de fluides ayant des températures différentes dans toute industrie.

20 L'invention connaît des applications particulièrement intéressantes dans le cas des circuits de refroidissement des réacteurs nucléaires, en particulier dans le cas du circuit RRA.

REVENDECATIONS

1.- Dispositif de mélange d'un premier et d'un second fluides à des températures différentes comportant une enveloppe tubulaire (2) intercalée entre deux tronçons (7, 8) d'une première conduite de circulation de premier
5 fluide, dans une disposition sensiblement coaxiale, et raccordée à une seconde conduite (12) d'arrivée de second fluide ayant une direction transversale par rapport à la première conduite (7, 8) et une paroi de protection (10) percée, de forme tubulaire, fixée dans une disposition sensiblement coaxiale à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire (2) au moins dans une zone de raccor-
10 dement de la seconde conduite (12) d'arrivée de second fluide, caractérisé par le fait que la paroi de protection est traversée par des ouvertures de passage (11) de second fluide avec une faible perte de charge dans une première zone perforée (10a) et dans une seconde zone perforée (10b) s'étendant axialement de part et d'autre d'une zone pleine centrale (10c) de
15 la paroi de protection (10) disposée en vis-à-vis de la zone de raccordement de la seconde conduite (12), et qu'au moins un premier et un second tronçons (14a, 14b) de mélangeur interne (14) constitués chacun par une pluralité de plaquettes (15) entrecroisées faisant un angle aigu avec l'axe (4) de la paroi de protection (10) et de l'enveloppe tubulaire (2) sont placés à l'inté-
20 rieur de la paroi de protection (10) de part et d'autre de la zone pleine centrale (10c) dans la direction axiale (4), en vis-à-vis respectivement de la première et de la seconde zones perforées (10a, 10b) de la paroi de protec-
tion (10).

2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il com-
25 porte une plaque de fermeture (17), en forme de secteur annulaire ayant deux extrémités circonférentielles délimitant entre elles une ouverture, engagée avec un jeu radial autour de la surface externe de la paroi de protec-
tion (10) et fixée par l'intermédiaire d'un bord périphérique externe sur la sur-
face interne de l'enveloppe tubulaire (2) en vis-à-vis de la zone pleine cen-
30 trale (10c) de la paroi de protection (10), dans une disposition transversale à l'intérieur d'un espace annulaire entre l'enveloppe tubulaire (2) et la paroi de protection (10), l'ouverture de la plaque de fermeture (17) s'étendant dans la

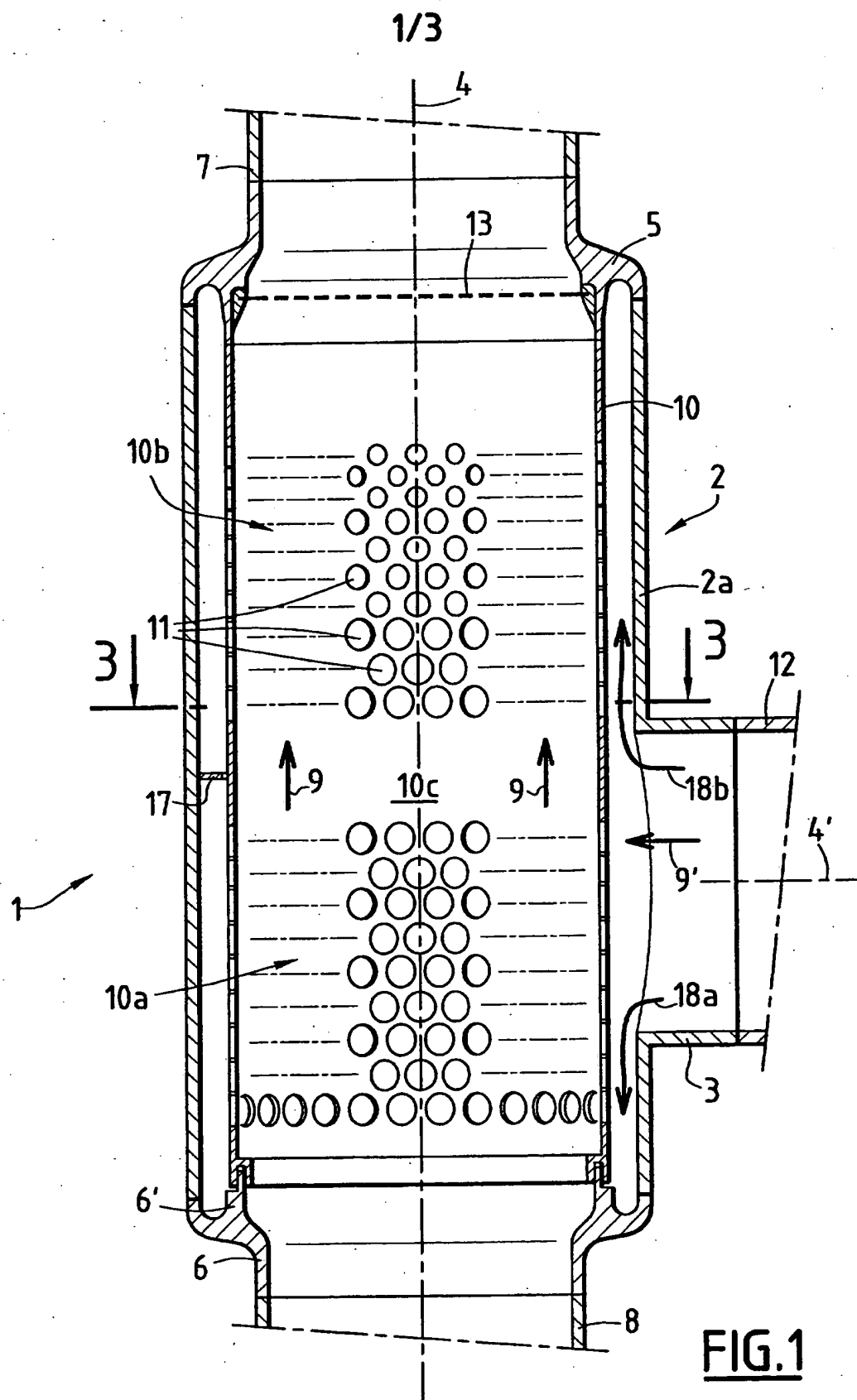
direction circonférentielle dans la zone de raccordement de la seconde conduite (12).

3.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que l'enveloppe tubulaire comporte une partie principale (2a) ayant la forme d'un T comportant une tubulure (3) de raccordement à la
5 seconde conduite (12) d'arrivée de second fluide, un premier flasque (6) de raccordement à un premier tronçon (8) de la première conduite de circulation de premier fluide et un second flasque (5) de raccordement à un second tronçon (7) de la première conduite pour l'évacuation d'un mélange du pre-
mier et du second fluides.
10

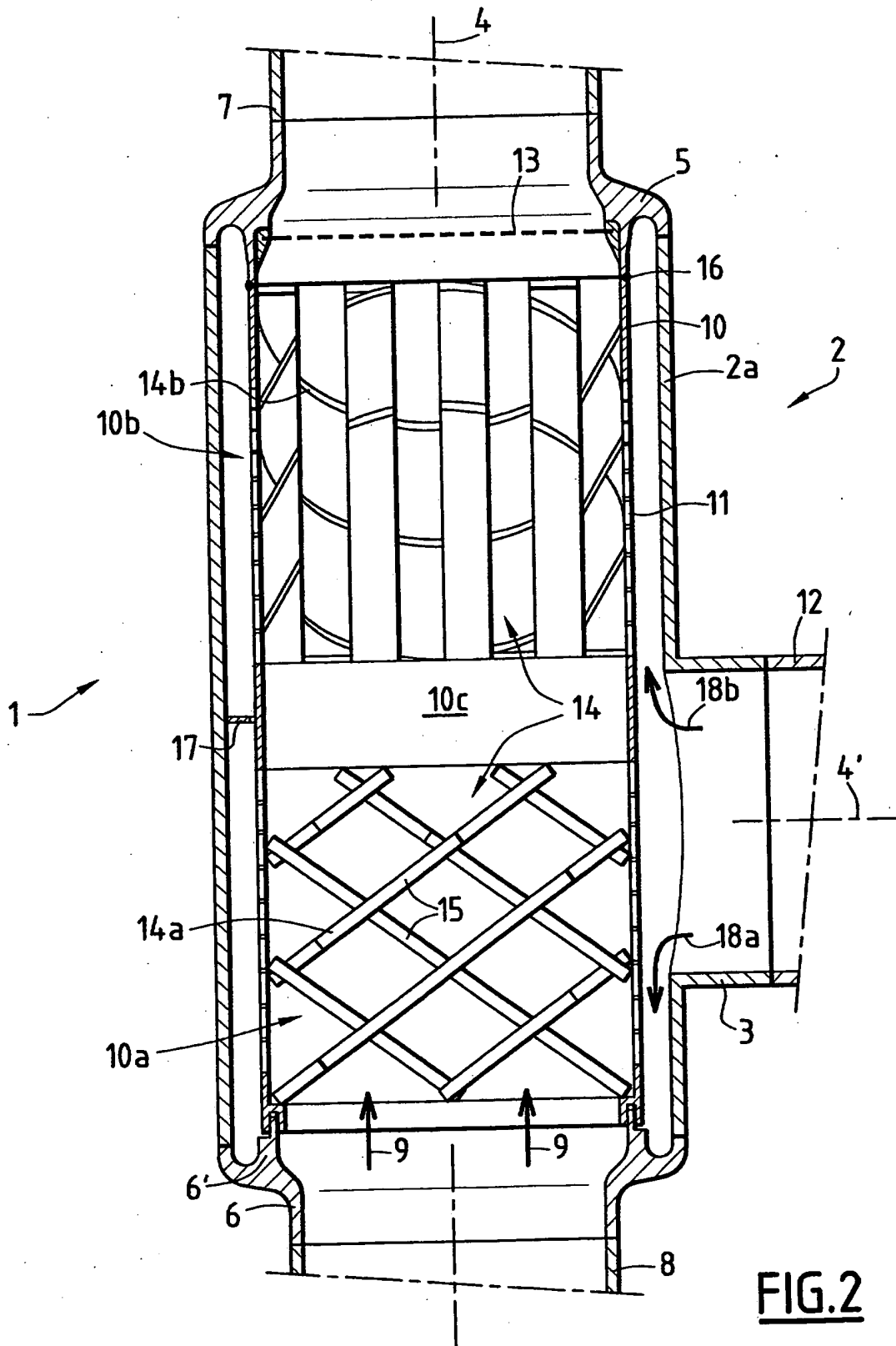
4.- Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que la paroi de protection (10) est soudée, à une première extrémité, à l'un des flasques (5, 6) de l'enveloppe tubulaire (2) et engagée, à une seconde extrémité, de manière librement glissante dans la direction axiale (4), sur un
15 support (6') solidaire du second flasque (6) de l'enveloppe tubulaire (2).

5.- Utilisation d'un dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4 pour réaliser le mélange d'eau de refroidissement primaire d'un réacteur nucléaire à eau sous pression avec de l'eau refroidie, dans un circuit de refroidissement à l'arrêt du réacteur nucléaire.

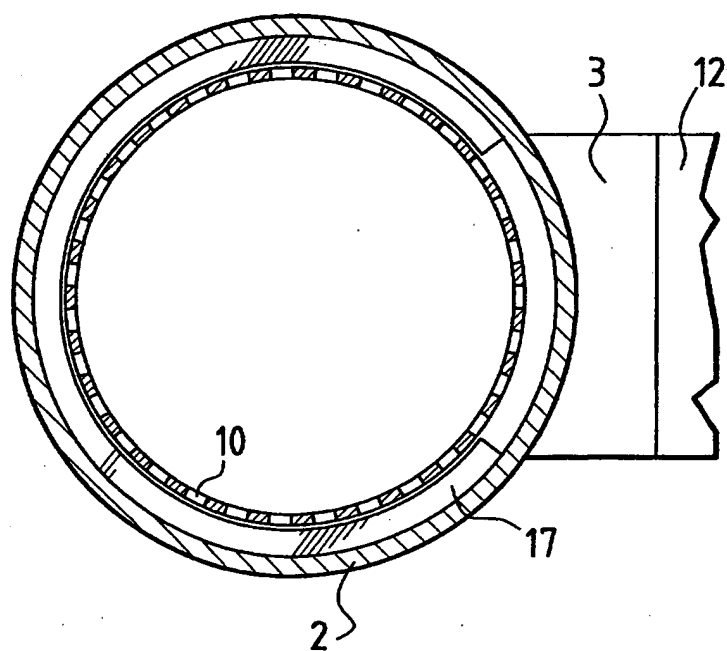
FRAMATOME



2/3

**FIG. 2**

3/3

FIG.3



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 642344
FR 0314640

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2003/178732 A1 (LUMAN HOMER C) 25 septembre 2003 (2003-09-25) * alinéa [0011] - alinéa [0021]; revendication 1; figures 1,2 *	1	F28C3/04 B01F5/10 B01F15/02 G21C15/00
A	US 4 656 001 A (MARSAULT JEAN J ET AL) 7 avril 1987 (1987-04-07) * colonne 1, ligne 10 - ligne 21 * * colonne 1, ligne 63 - colonne 2, ligne 68; figures *	1,5	
A	US 3 698 430 A (GASSETT MAX L G VAN ET AL) 17 octobre 1972 (1972-10-17) * abrégé; figure *	1,5	
A	US 5 131 757 A (SMITH WILLIAM H) 21 juillet 1992 (1992-07-21) * colonne 2, ligne 4 - ligne 50; figures 1-4 *	1	
A	WO 93/18846 A (BRUNKE ULF ; WERNER MICHAEL KULICKE (DE)) 30 septembre 1993 (1993-09-30) * abrégé * * page 5, ligne 26 - ligne 32; figure 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) F28C B01F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 juillet 2004		Van Dooren, M	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0314640 FA 642344**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 27-07-2004
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003178732 A1	25-09-2003	AUCUN	
US 4656001 A	07-04-1987	FR 2500324 A1 DE 3260982 D1 EP 0059662 A1 ES 8303112 A1 JP 57159530 A	27-08-1982 22-11-1984 08-09-1982 01-05-1983 01-10-1982
US 3698430 A	17-10-1972	NL 6810707 A BE 736617 A DE 1937735 A1 FR 2014728 A5 GB 1243887 A NL 132863 C	29-01-1970 26-01-1970 01-10-1970 17-04-1970 25-08-1971
US 5131757 A	21-07-1992	AUCUN	
WO 9318846 A	30-09-1993	DE 4308139 A1 WO 9318846 A2	23-09-1993 30-09-1993

EPO FORM P0485